

SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)

Mata Kuliah : Pengolahan Citra Digital
Kode : IES 6323
Semester : VI
Waktu : 2 x 3x 50 Menit
Pertemuan : 2&3

A. Kompetensi

1. Utama

Mahasiswa dapat memahami tentang sistem pengolahan citra digital dan hal yang terkait secara umum.

2. Pendukung

Mahasiswa dapat mengetahui cara pembentukan citra secara umum

B. Pokok Bahasan

Pembentukan Citra

C. Sub Pokok Bahasan

- Model Citra
- Digitalisasi Citra
- Elemen-elemen citra digital
- Struktur Data untuk Citra Digital
- Format Citra Bitmap

D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahapan Kegiatan	Kegiatan Pengajaran	Kegiatan Mahasiswa	Media & Alat Peraga
Pendahuluan	1. Mereview materi sebelumnya 2. Menjelaskan materi-materi perkuliahan yang akan dipelajari.	Mendengarkan dan memberikan komentar	Notebook, LCD, Papan Tulis
Penyajian	1. Menjelaskan model citra 2. Menjelaskan proses digitalisasi citra 3. Menjelaskan tentang elemen-elemen citra digital 4. Menjelaskan tentang Struktur data untuk citra digital 5. Menjelaskan tentang Format Citra Bitmap	Memperhatikan, mencatat dan memberikan komentar. Mengajukan pertanyaan.	Notebook, LCD, Papan Tulis
Penutup	1. Mengajukan pertanyaan kepada mahasiswa.	Memberikan komentar.	Notebook, LCD,

	2. Memberikan kesimpulan. 3. Mengingatkan akan kewajiban mahasiswa untuk pertemuan selanjutnya.	Mengajukan dan menjawab pertanyaan.	Papan Tulis
--	--	-------------------------------------	-------------

E. Evaluasi

Evaluasi dilakukan dengan cara memberikan pertanyaan langsung dan tidak langsung kepada mahasiswa

**RENCANA KEGIATAN BELAJAR MINGGUAN
(RKBM)**

Mata Kuliah : Pengolahan Citra Digital
 Kode : IES 6323
 Semester : VI
 Waktu : 2 x 3x 50 Menit
 Pertemuan : 2 & 3

Minggu ke-	Topik (Pokok Bahasan)	Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu (Menit)	Media
2	2.1 Model Citra 2.2 Digitalisasi Citra 2.3 Elemen-elemen citra digital	Ceramah, Diskusi Kelas	1 x 3 x 50'	Notebook, LCD, Papan Tulis
3	2.4 Struktur data untuk citra digital 2.5 Format Citra Bitmap	Ceramah, Diskusi Kelas	1 x 3 x 50'	Notebook, LCD, Papan Tulis

BAB 2

PEMBENTUKAN CITRA

Citra ada dua macam, citra kontinu dan citra diskrit. Citra kontinu dihasilkan dari sistem optik yang menerima sinyal analog. Citra diskrit dihasilkan melalui proses digitalisasi terhadap citra kontinu. Beberapa sistem optik dilengkapi dengan fungsi digitalisasi sehingga ia mampu menghasilkan citra diskrit, misalnya kamera digital dan scanner. Citra diskrit disebut juga citra digital. Komputer digital yang umum dipakai saat ini hanya mengolah citra digital.

2.1 Model citra

Secara matematis fungsi intensitas cahaya pada bidang dwimatra disimbolkan dengan $f(x,y)$, yang dalam hal ini :

(x,y) : koordinat pada bidang dwimatra

$f(x,y)$: intensitas cahaya (*brightness*) pada titik (x,y)

Karena cahaya merupakan bentuk energi, maka intensitas cahaya bernilai antara 0 sampai tidak berhingga,

$$0 \leq f(x,y) < \infty$$

Nilai $f(x,y)$ sebenarnya adalah hasil kali dari:

1. $i(x,y)$ = jumlah cahaya yang berasal dari sumbernya (*illumination*), nilainya antara 0 sampai tidak berhingga, dan
2. $r(x,y)$ = derajat kemampuan obyek memantulkan cahaya (*reflection*), nilainya antara 0 dan 1.

Gambar 2.1 memperlihatkan proses pembentukan intensitas cahaya. Sumber cahaya menyinari permukaan objek. Jumlah pancaran (iluminasi) cahaya yang diterima objek pada koordinat (x,y) adalah $i(x,y)$ atau L . Objek memantulkan cahaya yang diterimanya dengan derajat pantulan $r(x,y)$. Hasil kali antara $i(x,y)$ dan $r(x,y)$ menyatakan intensitas cahaya pada koordinat (x,y) yang ditangkap oleh sensor visual pada sistem optik.

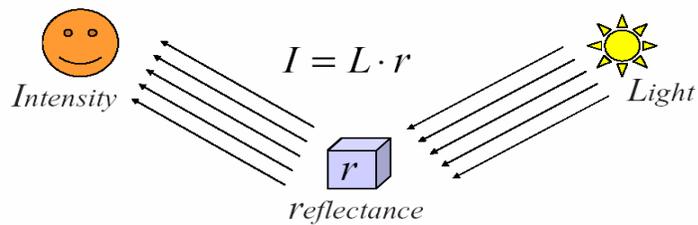
Jadi,

$$f(x,y) = i(x,y) \cdot r(x,y) \text{ atau } I = L \cdot r$$

yang dalam hal ini,

$$0 \leq i(x,y) < \infty$$

$$0 \leq r(x,y) < 1$$



Gambar 2.1 Pembentukan citra

Nilai $i(x, y)$ ditentukan oleh sumber cahaya, sedangkan $r(x, y)$ ditentukan oleh karakteristik objek di dalam gambar. Nilai $r(x, y) = 0$ mengindikasikan penerapan total, sedangkan $r(x, y) = 1$ menyatakan pemantulan total. Jika permukaan mempunyai derajat pemantulan nol, maka fungsi intensitas cahaya, $f(x, y)$, juga nol. Sebaliknya, jika permukaan mempunyai derajat pemantulan 1, maka fungsi intensitas cahaya sama dengan iluminasi yang diterima oleh permukaan tersebut.

Contoh-contoh nilai $i(x, y)$:

1. Pada hari cerah, matahari menghasilkan iluminasi $i(x, y)$ sekitar 9000 *foot candles*
2. Pada hari mendung (berawan), matahari menghasilkan iluminasi $i(x, y)$ sekitar 1000 *foot candles*,
3. Pada malam bulan purnama, sinar bulan menghasilkan iluminasi $i(x, y)$ sekitar 0.01 *foot candle*

Contoh nilai $r(x, y)$

1. Benda hitam mempunyai $r(x, y) = 0.01$,
2. Dinding putih mempunyai $r(x, y) = 0.8$,
3. Benda logam dari stainlesssteel mempunyai $r(x, y) = 0.65$,
4. Salju mempunyai $r(x, y) = 0.93$.

Intensitas f dari gambar hitam putih pada titik (x, y) disebut derajat keabuan (*grey level*), yang dalam hal ini derajat keabuannya bergerak dari hitam ke putih, sedangkan citranya disebut citra hitam-putih (*greyscale image*) atau citra monokrom (*monochrome image*).

Derajat keabuan memiliki rentang nilai dari I_{\min} sampai I_{\max} atau

$$I_{\min} < f < I_{\max}$$

Selang (I_{min}, I_{max}) disebut **skala keabuan**.

Biasanya selang (I_{min}, I_{max}) sering digeser untuk alasan-alasan praktis menjadi selang $[0, L]$, yang dalam hal ini nilai intensitas 0 menyatakan hitam, nilai intensitas L menyatakan putih, sedangkan nilai intensitas antara 0 sampai L bergeser dari hitam ke putih.

Sebagai contoh, citra hitam-putih dengan 256 level artinya mempunyai skala abu dari 0 sampai 255 atau $[0, 255]$, yang dalam hal ini nilai intensitas 0 menyatakan hitam, nilai intensitas 255 menyatakan putih, dan nilai antara 0 sampai 255 menyatakan warna keabuan yang terletak antara hitam dan putih.

Citra hitam-putih disebut juga citra satu kanal, karena warnanya hanya ditentukan oleh satu fungsi intensitas saja. Citra berwarna (*color images*) dikenal dengan nama citra spektral, karena warna pada citra disusun oleh tiga komponen warna yang disebut komponen RGB, yaitu merah (*red*), hijau (*green*), dan biru (*blue*). Intensitas suatu titik pada citra berwarna merupakan kombinasi dari tiga intensitas : derajat keabuan merah ($f_{merah}(x,y)$), hijau ($f_{hijau}(x,y)$), dan biru ($f_{biru}(x,y)$).

2.2 Digitalisasi Citra

Agar dapat diolah dengan komputer digital, maka suatu citra harus direpresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit. Representasi citra dari fungsi malar (kontinu) menjadi nilai-nilai diskrit disebut digitalisasi. Citra yang dihasilkan inilah yang disebut citra digital (*digital image*). Pada umumnya citra Digital berbentuk empat persegi panjang, dan dimensi ukurannya dinyatakan sebagai tinggi x lebar (atau lebar x panjang).

Citra digital yang tingginya N, lebarnya M, dan memiliki L derajat keabuan dapat dianggap sebagai fungsi:

$$f(x, y) \begin{cases} 0 \leq x \leq M \\ 0 \leq y \leq N \\ 0 \leq f \leq L \end{cases}$$

Citra digital yang berukuran N x M lazim dinyatakan dengan matriks yang berukuran N baris dan M kolom sebagai berikut :

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

Indeks baris (i) dan indeks kolom (j) menyatakan suatu koordinat titik pada citra,

sedangkan $f(i, j)$ merupakan intensitas (derajat keabuan) pada titik (i, j) .

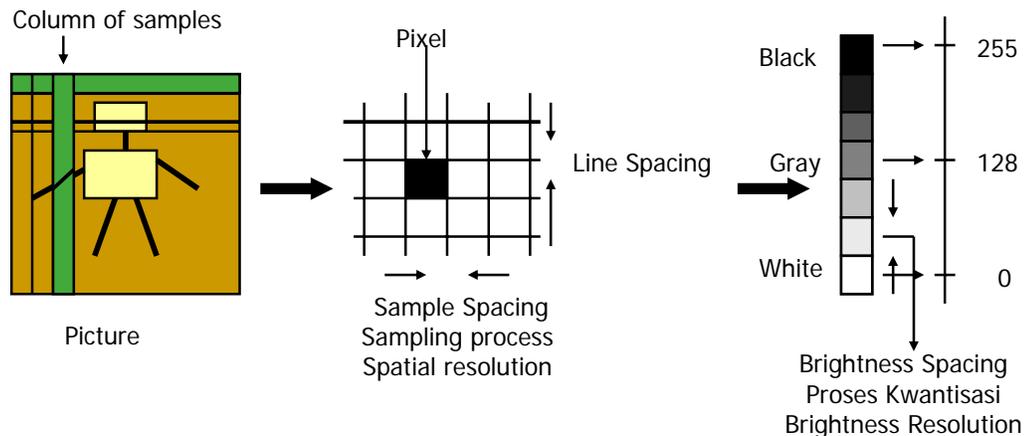
Masing-masing elemen pada citra digital (berarti elemen matriks) disebut image element, *picture element* atau pixel atau pel. Jadi, citra yang berukuran $N \times M$ mempunyai NM buah pixel. Sebagai contoh, misalkan sebuah berukuran 256×256 pixel dan direpresentasikan secara numerik dengan matriks yang terdiri dari 256 buah baris (di-indeks dari 0 sampai 255) dan 256 buah kolom (di-indeks dari 0 sampai 255) seperti contoh berikut :

$$\begin{bmatrix} 0 & 134 & 145 & \dots & \dots & 231 \\ 0 & 167 & 201 & \dots & \dots & 197 \\ 220 & 187 & 189 & \dots & \dots & 120 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 221 & 219 & 210 & \dots & \dots & 156 \end{bmatrix}$$

Pixel pertama pada koordinat $(0, 0)$ mempunyai nilai intensitas 0 yang berarti warna pixel tersebut hitam, pixel kedua pada koordinat $(0,1)$ mempunyai intensitas 134 yang berarti warnanya antara hitam dan putih, dan seterusnya.

Proses digitalisasi citra ada dua macam :

1. Digitalisasi spasial (x, y) , sering disebut sebagai penerokan (*sampling*).
2. Digitalisasi intensitas $f(x,y)$, sering disebut sebagai *kuantisasi*.



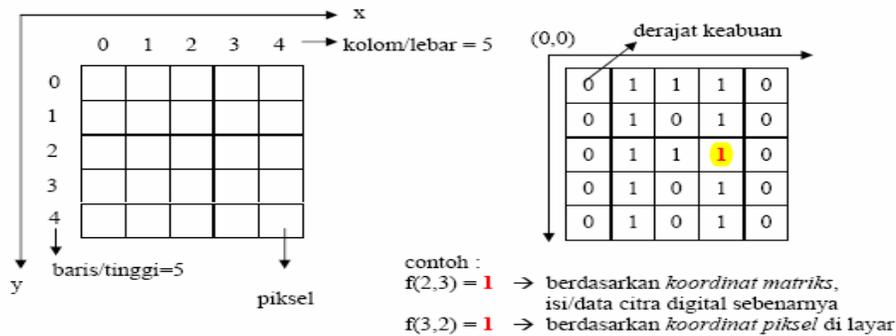
Sumber: Dimodifikasi dari Castleman, 1996

Gambar 2.2 Digitalisasi Citra

Penerokan (Sampling)

Citra kontinu diterok pada grid-grid yang berbentuk bujur sangkar (kisi-kisi dalam arah horizontal dan vertikal). Perhatikan Gambar 2.2.

Pada Gambar 2.3 terlihat perbedaan antara koordinat gambar (yang diterok) dengan koordinat matriks (hasil digitalisasi). Titik asal (0, 0) pada gambar dan elemen (0, 0) pada matriks tidak sama. Koordinat x dan y pada gambar dimulai dari sudut kiri bawah, sedangkan penomoran pixel pada matriks dimulai dari sudut kiri atas.



Gambar 2.3 Format Citra Digital

Catatan : beberapa referensi menggunakan (1,1) –ketimbang (0,0) – sebagai koordinat elemen pertama di dalam matriks.

Elemen (i,j) di dalam matriks menyatakan rata-rata intensitas cahaya pada area citra yang direpresentasikan oleh pixel. Sebagai contoh, tinjau citra biner yang hanya mempunyai 2 derajat keabuan, 0 (hitam) dan 1 (putih).

Untuk memudahkan implementasi, jumlah terokan biasanya diasumsikan perpangkatan dari dua,

$$N = 2^n$$

yang dalam hal ini,

N = jumlah penerokan pada suatu baris/kolom

n = bilangan bulat positif

Contoh ukuran penerokan : 256 x 256 pixel, 128 x 256 pixel.

Pembagian gambar menjadi ukuran tertentu menentukan resolusi (yaitu derajat rincian yang dapat dilihat) spasial yang diperoleh. Semakin tinggi resolusinya, yang berarti semakin kecil ukuran pixel (atau semakin banyak jumlah pixelnya), semakin halus gambar yang diperoleh karena informasi yang hilang akibat pengelompokan derajat keabuan pada penerokan semakin kecil.

Kuantisasi

Langkah selanjutnya setelah proses penerokan adalah kuantisasi ditunjukkan pada Gambar 2.2. Proses kuantisasi membagi Skala keabuan (0, L) menjadi G buah level yang dinyatakan dengan suatu harga bilangan bulat (integer), biasanya G diambil perpangkatan dari 2,

$$G = 2^m$$

yang dalam hal ini,

G = derajat keabuan

m = bilangan bulat positif

Skala Keabuan	Rentang Nilai Keabuan	Pixel Depth
2^1 (2 nilai)	0,1	1 bit
2^2 (4 nilai)	0 sampai 7	2 bit
2^3 (16 nilai)	0 sampai 15	3 bit
2^8 (256 nilai)	0 sampai 255	8 bit

Hitam dinyatakan dengan nilai derajat keabuan terendah, yaitu 0 sedangkan putih dinyatakan dengan nilai derajat keabuan tertinggi, misalnya 15 untuk 16 level. Jumlah bit yang dibutuhkan untuk merepresentasikan nilai keabuan pixel disebut kedalaman pixel (*pixel depth*). Citra sering diasosiasikan dengan kedalaman pixel-nya. Jadi, citra dengan kedalaman 8 bit disebut juga citra 8-bit (atau citra 256 warna)

Pada kebanyakan aplikasi, citra hitam-putih dikuantisasi pada 256 level dan membutuhkan 1 byte (8 bit) untuk representasi setiap pixel-nya ($G = 256 = 2^8$).

Citra biner (*binary image*) hanya dikuantisasi pada dua level : 0 dan 1. Tiap pixel pada citra biner cukup direpresentasikan dengan 1 bit, yang mana bit 0 berarti hitam dan bit 1 berarti putih.

Besarnya daerah derajat keabuan yang digunakan menentukan resolusi kecerahan dari gambar yang diperoleh. Sebagai contoh, jika digunakan 3 bit untuk menyimpan harga bilangan bulat, maka jumlah derajat keabuan yang diperoleh hanya 8, jika digunakan 4 bit, maka derajat keabuan yang diperoleh adalah 16 buah. Semakin banyak jumlah derajat keabuan (berarti jumlah bit kuantisasinya makin banyak), semakin bagus gambar yang diperoleh karena kemenerusan derajat keabuan akan semakin tinggi sehingga mendekati citra aslinya.

Penyimpanan citra digital yang diterok menjadi N X M buah pixel dan dikuantisasi menjadi $G = 2^m$ level derajat keabuan membutuhkan memori sebanyak

$$b = N \times M \times m$$

bit. Sebagai contoh, menyimpan citra Lena yang berukuran dengan 512 x 512 pixel dengan 256 derajat keabuan membutuhkan memori sebesar 512 x 512 x 8 bit = 2048.000 bit.

Secara keseluruhan, resolusi gambar ditentukan oleh N dan m. Makin tinggi nilai N (atau M) dan m, maka citra yang dihasilkan semakin bagus kualitasnya (Mendekati citra menerus). Untuk citra dengan jumlah objek yang sedikit, kualitas citra ditentukan oleh nilai m. Sedangkan untuk citra dengan jumlah objek yang banyak, kualitasnya ditentukan oleh N (atau M).

Seluruh tahapan proses digitalisasi (penerokan dan kuantisasi) di atas dikenai sebagai konversi analog-ke-digital, yang biasanya menyimpan hasil proses di dalam media penyimpanan.

2.3 Elemen-elemen Citra Digital

Citra digital mengandung sejumlah elemen-elemen dasar. Elemen-elemen dasar tersebut dimanipulasi dalam pengolahan citra dan dieksploitasi lebih lanjut dalam komputer vision. Elemen-elemen dasar yang penting diantaranya adalah :

1. **Kecerahan (*brightness*).**

Kecerahan adalah kata lain untuk intensitas cahaya. Sebagaimana telah dijelaskan pada bagian penerokan, kecerahan pada, sebuah- titik (pixel) di dalam citra bukanlah intensitas yang riil, tetapi sebenarnya adalah intensitas rata-rata dari suatu area yang melingkupinya.

2. **Kontras (*contrast*).**

Kontras menyatakan sebaran terang (*lightness*) dan gelap (*darkness*) di dalam sebuah gambar. Citra dengan kontras rendah dicirikan oleh sebagian besar komposisi citranya adalah terang atau sebagian besar gelap. Pada citra dengan kontras yang baik, komposisi gelap dan terang tersebar secara merata.

2. **Kontur (*contour*)**

Kontur adalah keadaan yang ditimbulkan oleh perubahan intensitas pada pixel-pixel yang bertetangga. Karena adanya perubahan intensitas inilah mata kita mampu mendeteksi tepi-tepi (*edge*) objek di dalam citra.

3. **Warna (*color*)**

Warna adalah persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek. Setiap warna mempunyai panjang gelombang (λ) yang berbeda. Warna merah mempunyai panjang

gelombang paling tinggi, sedangkan warna ungu (violet) mempunyai panjang gelombang paling rendah.

Warna-warna yang diterima, oleh mata (sistem visual manusia) merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang berbeda. Penelitian memperlihatkan bahwa kombinasi warna yang memberikan rentang warna yang paling lebar adalah *red (R)*, *green (G)*, dan *blue (B)*

4. Bentuk (*shape*)

Shape adalah properti intrinsik dari objek tiga dimensi, dengan pengertian bahwa shape merupakan properti intrinsik utama untuk Sistem visual manusia . Manusia lebih Bering mengasosiasikan cjbek dengan bentuknya ketimbang elemen lainnya (warna misalnya). Pada umumnya, citra yang dibentuk oleh mata merupakan citra dwimatra (2 dimensi), sedangkan objek yang dilihat umumnya berbentuk trimatra (3 dimensi). Informasi bentuk objek dapat diekstraksi dari citra pada permulaan pra-pengolahan dan segmentasi citra.

5. Tekstur (*texture*)

Tekstur dicirikan sebagai distribusi spasial dari derajat keabuan di dalam sekumpulan pixel-pixel yang bertetangga. Tekstur tidak dapat didefinisikan untuk sebuah pixel. Sistem visual manusia pada hakikatnya tidak menerima informasi citra secara independen pada setiap pixel, melainkan suatu citra dianggap sebagai suatu kesatuan. Resolusi citra yang diamati ditentukan oleh Skala pada mana tekstur tersebut dipersepsi. Sebagai contoh, jika kita mengamati citra lantai berubin dari jarak jauh, maka kita mengamati bahwa tekstur terbentuk oleh penempatan ubin-ubin secara keseluruhan bukan dari persepsi pola di dalam ubin itu sendiri. Tetapi, jika kita mengamati citra yang sama dari jarak yang dekat, maka hanya beberapa ubin yang tampak dalam bidang pengamatan, sehingga kita mempersepsi bahwa tekstur terbentuk oleh penempatan pola-pola rinci yang menyusun tiap ubin.

2.4 Elemen Sistem Pemrosesan Citra Digital

Secara umum, elemen yang terlibat dalam pemrosesan citra dapat dibagi menjadi empat komponen :

- a. digitizer
- b. komputer digital
- c. piranti tampilan
- d. piranti penyimpanan

Operasi dari sistem pemrosesan citra tersebut dapat dibagi menjadi empat kategori prinsip : digitalisasi, pemrosesan, penayangan, dan penyimpanan.

Digitizer (atau *digital image acquisition system*) merupakan sistem penangkap citra digital yang melakukan penjelajahan citra dan mengkonversinya ke representasi numerik sebagai masukan bagi komputer digital. Hasil dari digitizer adalah matriks yang elemen-elemennya menyatakan nilai intensitas cahaya pada suatu titik. Contoh digitizer adalah kamera digital, scanner.

Digitizer terdiri dari tiga komponen dasar : sensor citra yang bekerja sebagai pengukur intensitas cahaya, perangkat penjelajah yang berfungsi merekam hasil pengukuran intensitas pada seluruh bagian citra, dan pengubah analog-ke-digital yang berfungsi melakukan penerokan dan kuantisasi.

Komputer digital yang digunakan pada sistem pemroses citra dapat bervariasi dari komputer mikro sampai komputer besar yang mampu melakukan bermacam-macam fungsi pada citra digital resolusi tinggi.

2.4 Struktur Data untuk Citra Digital dan Format Citra Bitmap

Citra digital biasanya berbentuk persegi panjang, *secara visualisasi dimensi ukurannya* dinyatakan sebagai **lebar x tinggi** . Ukurannya dinyatakan dalam titik atau piksel (pixel=picture element). Ukurannya dapat pula dinyatakan dalam satuan panjang (mm atau inci = inch). Resolusi = banyaknya titik untuk setiap satuan panjang (dot per inch). Makin besar resolusi makin banyak titik yang terkandung dalam citra, sehingga menjadi lebih halus dalam visualisasinya.

Resolusi Citra

Resolusi citra berpengaruh pada besarnya informasi citra yang hilang. Resolusi citra terdiri dari 2 jenis, yaitu:

- Resolusi spasial
 - halus / kasarnya pembagian kisi-kisi baris dan kolom.
 - Transformasi citra kontinue ke citra digital disebut digitalisasi (sampling).
 - Misal hasil digitalisasi dengan jumlah baris 256 dan jumlah kolom 256 → resolusi spasial 256 x 256.
- Resolusi kecermerlangan (intensitas / *brightness*)
 - halus / kasarnya pembagian tingkat kecermerlangan.
 - Transformasi data analog yang bersifat kontinue ke daerah intensitas diskrit disebut kuantisasi. Bila intensitas piksel berkisar antara 0 dan 255 → resolusi kecermerlangan citra adalah 256.

2.5 Format Citra Bitmap

Sebuah citra direpresentasikan dalam file dapat diilustrasikan sebagai berikut:

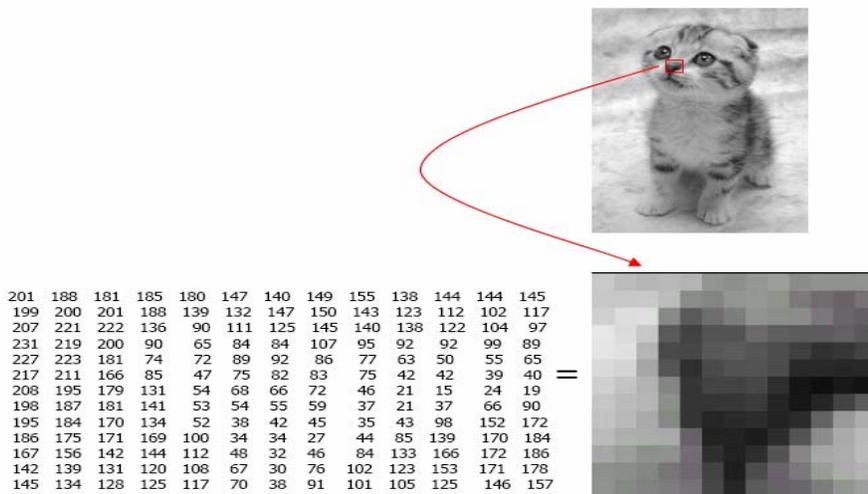
Pertama-tama seperti halnya jika kita ingin melukis sebuah gambar, kita harus memiliki palet dan kanvas

- Palet = kumpulan warna yang dapat membentuk citra, sama halnya seperti kita hendak melukis dengan cat warna, kita memiliki palet yang bisa kita isikan berbagai warna cat air
- Setiap warna yang berbeda dalam palet tersebut kita beri nomor (berupa angka)
- Contoh untuk citra monokrom (warnanya hanya putih-abu-abu-hitam), berarti kita memiliki palet sebagai berikut:

0	1	2	128	255

Gambar 2.4 Palet Citra Monokrom

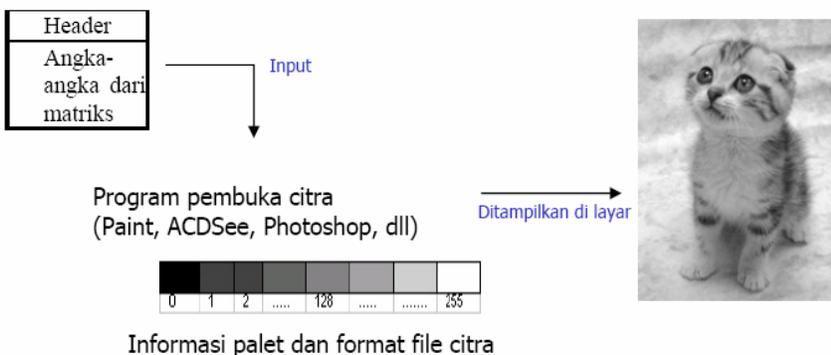
- Setelah itu kita dapat menggambar menggunakan warna-warna dalam palet tersebut di atas sebuah kanvas
- Sebuah kanvas dapat kita anggap sebagai sebuah matriks dimana setiap elemen dari matriks tersebut bisa kita isikan dengan salah satu warna dari palet
- Informasi tentang palet (korespondensi antara warna dengan angka) disimpan dalam komputer (program pembuka citra seperti Paint, Photoshop, dll) sehingga sebuah file citra dalam komputer hanya perlu menyimpan angka-angka yang merepresentasikan sebuah warna.
- ***Sebuah citra direpresentasikan dalam sebuah matriks yang berisi angka-angka***



Gambar 2.5 Representasi Citra dalam bentuk Matriks

- Jika kita menyimpan gambar kucing tadi ke dalam sebuah file (kucing.bmp), maka yang disimpan dalam file tersebut adalah angka-angka yang diperoleh dari matriks kanvas.

File kucing.bmp :



Informasi palet dan format file citra

Gambar 2.6 Penyimpanan Sebuah Citra Ke dalam File

Sebuah citra disimpan dalam format bitmap (.bmp) seperti ditunjukkan oleh Gambar 2.7 di bawah ini:

Header	Baris 1	Baris Terakhir
14 byte	12 s/d 64 byte	0 s/d 1024 byte	N byte

Gambar 2.7 Format Berkas (File) Bitmap

- Header berisi informasi jumlah baris dan kolom dalam citra, informasi palet, dll
- Header langsung diikuti dengan angka-angka dalam matriks, disusun perbaris
- Baris pertama langsung diikuti baris kedua, dst . Contoh header bitmap ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Header bitmap versi baru dari Microsoft Windows (40 byte)

Byte ke	Panjang (byte)	Nama	Keterangan
1 – 4	4	Hrdsiz	Ukuran header dalam satuan byte
5 – 8	4	Width	Lebar bitmap dalam satuan pixel
9 – 12	4	Height	Tinggi bitmap dalam satuan pixel
13 – 14	2	Planes	Jumlah plane (umumnya selalu satu)
15 – 16	2	Bitcount	Jumlah bit per pixel
17 – 20	4	Compression	0=tak dimampatkan, 1=dimampatkan
21 – 24	4	ImgSize	Ukuran bitmap dalam byte
25 – 28	4	HorzRes	Resolusi horizontal
29 – 32	4	VertRes	Resolusi vertical
33 – 36	4	ClrUsed	Jumlah warna yang digunakan
37 – 40	4	ClrImportant	Jumlah warna yang penting

- Bagaimana mengetahui awal suatu baris? (misal untuk membedakan citra berukuran 100x200 dengan 200x100) → lihat informasi jumlah baris dan jumlah kolom di header .
- Ada bermacam format representasi citra dalam file, seperti bmp, gif, tif, jpg, dan sebagainya.
- Format BMP merupakan format yang kurang efisien, karena semua informasi angka dalam baris disimpan semua. Misalkan ukuran header adalah H byte, ukuran citra 100x100 byte monokrom, maka ukuran file bmp tersebut adalah: H+10000 byte.

Contoh:

Sebuah citra format BMP 8 bit berukuran 200x100 maka memori yang dibutuhkan untuk menyimpan data citra tersebut (tanpa header) sebesar :

Memori = 200 x 100 x 8 bit = 160000 bit=20000 byte=19,5kB.

Meskipun format BMP tidak mangkus dari segi ukuran berkas, namun format BMP mempunyai kelebihan dari segi kualitas gambar. Citra dalam format BMP lebih bagus daripada citra dalam format yang lainnya, karena citra dalam format BMP umumnya

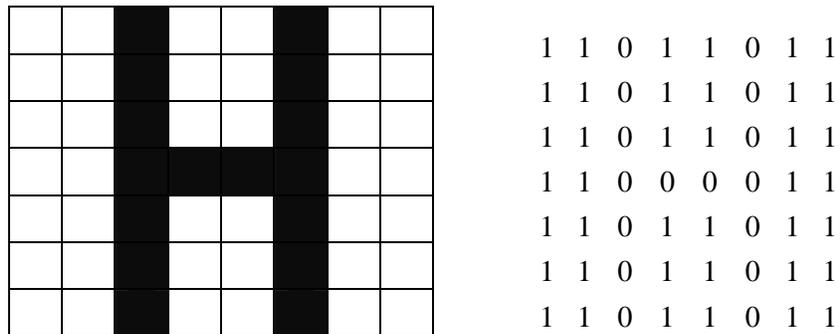
tidak dimampatkan sehingga tidak ada informasi yang hilang. Terjemahan bebas bitmap adalah pemetaan bit. Artinya, nilai intensitas pixel di dalam citra dipetakan ke sejumlah bit tertentu. Peta bit yang umum adalah 8, artinya setiap pixel panjangnya 8 bit. Delapan bit ini merepresentasikan nilai intensitas pixel. Dengan demikian ada sebanyak $2^8 = 256$ derajat keabuan, mulai dari 0 sampai 255.

Citra dalam format BMP ada tiga macam: citra biner, citra berwarna, dan citra hitam-putih (greyscale).

A. Citra Biner

Setiap titik (pixel) dalam citra bernilai 0 atau 1. Warna hitam = 0 dan warna putih = 1. Setiap titik membutuhkan media penyimpanan 1 bit.

Contoh:



Gambar 2. 8 Citra Biner

B. Citra Skala Keabuan

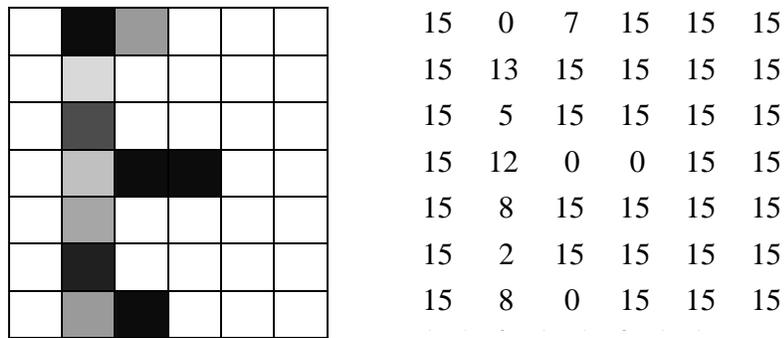
Citra skala keabuan mempunyai kemungkinan warna antara hitam (minimal) dan putih (maksimal). Jumlah maksimum warna sesuai dengan bit penyimpanan yang digunakan.

Contoh:

Skala keabuan 4 bit

Jumlah kemungkinan warna = $2^4 = 16$ warna

Kemungkinan warna 0 (min) sampai 15 (max)



Gambar 2.9 Citra Keabuan (*greyscale*)

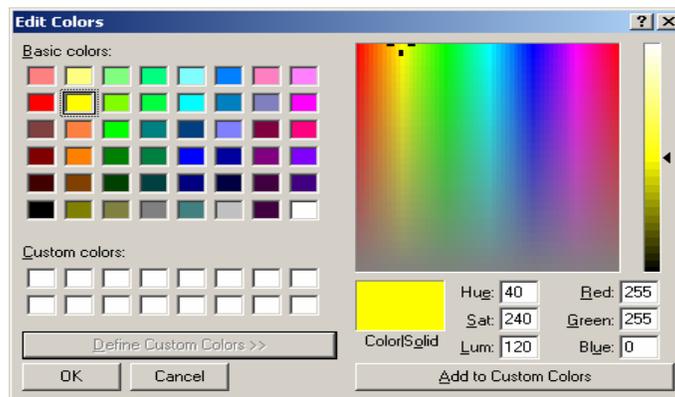
C. Citra Warna (*True Color*)

Setiap titik (pixel) pada citra warna mewakili warna yang merupakan kombinasi dari tiga warna dasar yaitu Merah (*Red*), Hijau (*Green*) dan Biru (*Blue*). Setiap warna dasar mempunyai intensitas sendiri dengan nilai maksimum 255 (8 bit).

Tabel 2.2 Ketentuan Warna Dasar

Warna Dasar	Ketentuan
Merah (Red)	Warna minimal putih, warna maksimal merah
Hijau (Green)	Warna minimal putih, warna maksimal hijau
Biru (Blue)	Warna minimal putih, warna maksimal biru

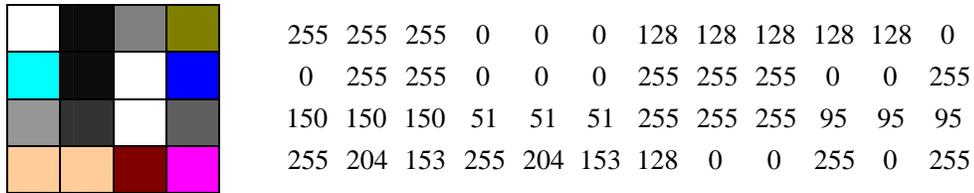
Misal warna kuning merupakan kombinasi warna merah dan hijau sehingga nilai RGB-nya adalah 255 255 0, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.10 .



Gambar. 2.10 Kombinasi Warna

(Sumber: *Paint Microsoft XP Professional*)

Setiap titik pada citra warna membutuhkan 3 byte. Jumlah kemungkinan kombinasi warna = 2^{24} = lebih dari 16 juta warna. Citra warna disebut True Color karena dianggap mencakup semua warna yang ada (24 bit).

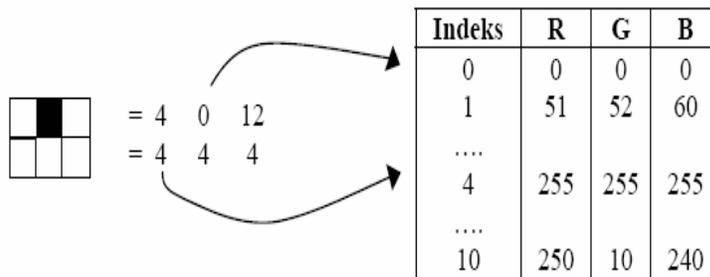


Gambar 2.11 Citra Warna

Warna dasar untuk cahaya (misal display di monitor komputer) berbeda dari warna dasar untuk cat/tinta (misal cetakan di atas kertas). Citra cahaya menggunakan warna dasar RGB (*Red, Green, Blue*) dan Citra Cat menggunakan warna dasar CMY (*Cyan, Magenta, Yellow*).

D. Citra Warna Berindeks

Setiap titik (pixel) pada citra berindeks mewakili indeks dari suatu tabel warna yang tersedia (biasanya disebut palet warna). Keuntungan pemakaian palet warna adalah kita dapat dengan cepat memanipulasi warna tanpa harus mengubah informasi pada setiap titik dalam citra dan ukuran penyimpanan lebih kecil. Setting warna display pada Microsoft Windows biasanya format 16 colors, 256 colors, high color, true color, yang merupakan citra berindeks dengan ukuran palet masing-masing 4 bit, 8 bit, 16 bit dan 24 bit.



Gambar 2.12 Citra Warna Berindeks

Latihan 2

1. Jelaskan proses pembentukan citra digital!
2. Jelaskan istilah berikut:
 - a. piksel
 - b. brightness
 - c. citra bitmap
 - d. resolusi
 - e. resolusi spasial
3. Hitunglah memori yang dibutuhkan untuk sebuah citra format BMP 4 bit berukuran 648x 724 (tanpa header)!
4. Jelaskan jenis citra berdasarkan format penyimpanannya!

